

Nilton César Mendes Correia Alves

Princípios construtivos para edifícios

Edifícios em betão armado

Universidade Jean Piaget de Cabo Verde

Campus Universitário da Cidade da Praia
Caixa Postal 775, Palmarejo Grande
Cidade da Praia, Santiago
Cabo Verde

8.12.08

Nilton César Mendes Correia Alves

Princípios construtivos para edifícios

Edifícios em betão armado

Universidade Jean Piaget de Cabo Verde

Campus Universitário da Cidade da Praia
Caixa Postal 775, Palmarejo Grande
Cidade da Praia, Santiago
Cabo Verde

8.12.08

Nilton César Mendes Correia Alves, autor da monografia intitulada Princípios Construtivos para Edifícios, declaro que, salvo fontes devidamente citadas e referidas, o presente documento é fruto do meu trabalho pessoal, individual e original.

Cidade da Praia 8 de Dezembro de 2008

Nilton César Mendes Correia Alves

Memória Monográfica apresentada à Universidade Jean Piaget de Cabo Verde como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharelato em Engenharia da Construção Civil.

Sumário

No momento em que volume de construções em Cabo Verde tem aumentado, e com este aumento o nível concorrência entre os construtores aumenta, levando por vezes a violação dos princípios de uma boa construção.

Tendo em conta a probabilidade de aumento dessa violação, esse trabalho vem como uma chamada de atenção, ou por assim dizer uma “cábula” para os construtores.

O presente trabalho, aborda pontos chave de uma boa construção de edifícios em betão armado, ou seja existem princípios construtivos que parecem irrelevantes, mas que são a chave de uma boa construção.

Ao longo deste trabalho, foram abordados princípios que passam por vezes despercebidos, e que são de uma importância tal que, quando não são tidos em conta têm consequências gravíssimas para o edifício, quer durante a fase da construção quer durante a fase de exploração do edifício.

No início deste trabalho, levou-se em conta os ensaios antes e durante a construção, por se tratar de um momento da construção que tem sido posto de lado na maioria das vezes com pressuposto de ser custoso, principalmente em Cabo Verde. Deste modo este trabalho mostra que esse princípio construtivo tem muita importância antes e durante a construção.

Durante este trabalho são abordados princípios relacionados com movimentos de terra, betão armado, revestimentos, redes de água e esgotos, pinturas, alvenarias, pavimentos e coberturas.

Este trabalho termina ressaltando os princípios que pela sua importância, quando não são tidos em conta, as consequências são ainda mais graves em relação aos restantes princípios construtivos.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pelos momentos em que o trabalho se tornou cansativo, por ter-me dado forças e motivação para continuar.

Também, agradeço aos meus professores que souberam desenvolver em mim competências suficientes para fazer com que esse trabalho fosse possível.

Aos colegas de curso pelo ambiente propiciado ao longo do curso proporcionando uma formação consistente que penso estar reflectido neste trabalho.

Por último, não menos importante, muito pelo contrário, agradecer a minha família, principalmente a minha mãe, pelo apoio desde o início do curso, e pelo zelo a tempo inteiro, para que seja uma boa pessoa.

Conteúdo

Capítulo 1:	Introdução	10
Capítulo 2:	Desenvolvimento	12
1	Introdução	12
2	Desenvolvimento	13
2.1	Enquadramento teórico e histórico	13
2.2	Execução de projectos de edifícios em betão armado	16
2.2.1	Ensaaios necessários antes e durante a execução do projecto de edifício	16
2.2.2	Movimentos de terra	24
2.2.3	Fundações directas	26
2.2.4	Betão em elevação	27
2.2.5	Pavimentos	33
2.2.6	Alvenarias	35
2.2.7	Revestimentos	37
2.2.8	Coberturas	43
2.2.9	Pintura	45
2.2.10	Redes de água e esgotos	48
2.3	Considerações finais	53
3	Conclusão	54

Tabelas

Tabela 1 – quadro de avaliação qualitativa do solo.....	18
Tabela 2 – graus de consistência	31

Figuras

Figura 1 – Máquina de compressão do betão	22
Figura 2 – Ensaio do abaixamento do betão.....	23
Figura 3 – Detalhe do assentamento do bloco de betão	36
Figura 4 – Colocação de tacos aprumados e nivelados	38
Figura 5 – Definição do plano de acabamento	39
Figura 6 – Execução de mestras e espalhamento de argamassas	39
Figura 7 – Sarrafeamento ou desempeno com régua.....	39
Figura 8 – Colocação da fiada mestra e guia de prumos	41
Figura 9 – Juntas de dessolidarização, assentamento e de movimentação	42

Siglas e Abreviaturas

ASTM – American Society for Testing and Materials

LNEC – Laboratório de Engenharia Nacional Civil de Portugal

PDL – Penetração Dinâmica Ligeira

REBAPE – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado

Capítulo 1: Introdução

Na construção civil a qualidade de uma infra-estrutura, ou de uma obra não se mede apenas pela qualidade do seu projecto arquitectónico e/ou estrutural, mas também pela qualidade de execução.

A execução é um aspecto que me chamou muita atenção porque, um projectista quando faz o seu projecto nem sempre sabe quem vai executá-lo, nem como será executado, portanto cabe quem está a frente da execução, nomeadamente o empreiteiro e a fiscalização, ter noção de como bem construir. Bem construir pressupõe ter recursos suficientes, recursos estes, que têm de ter um mínimo de qualidade e funcionalidade.

A qualidade de um empreendimento também se mede pela qualidade e simplicidade de execução do projecto. Um projecto tem de ser de fácil compreensão e de fácil execução, porque um projecto que apresenta falhas tais como: os pormenores das peças, no caso de elementos estruturais, uma elevada concentração de armaduras, e muitos outros aspectos, que fazem com que seja difícil a execução do tal projecto.

É nesta linha de pensamento que decidi fazer este trabalho sobre princípios construtivos para edifícios, sendo estes princípios limitados aos edifícios em betão armado, visto que até ao momento o betão armado é o mais utilizado em Cabo Verde, embora a construção metálica e mista tem sido implantado em Cabo Verde com mais frequência que há uns anos atrás.

Este trabalho vai focalizar pontos tais como ensaios laboratoriais necessários antes e durante a execução de um projecto, princípios a ter em conta na execução fundações directas, elementos estruturais, alvenarias, revestimentos, etc.

Para fazer este trabalho tracei os seguintes objectivos:

Objectivo geral:

- Conhecer os princípios e regras de uma boa execução de um projecto de edifícios em betão armado;
- Identificar os princípios mais importantes e indispensáveis para uma boa execução;
- Compilar ao máximo os princípios construtivos para edifícios em betão armado;

Objectivos específicos:

- Fazer o levantamento dos princípios construtivos afectos a cada actividade da obra;
- Saber quais os ensaios que são necessários e em que consiste cada um desses ensaios;
- Identificar as etapas que são afectos a cada actividade;

Metodologia do trabalho:

1. Para fazer este trabalho me coloquei na posição de quem vai executar um projecto de edifício em betão armado, não me preocupando com os custos embora estes terem o seu peso na construção.
2. Para fazer este trabalho tive apoio dos conhecimentos adquiridos durante o estágio;
3. Este trabalho é feito com apoio de bibliografias relacionado com a área;

Capítulo 2: Desenvolvimento

1 Introdução

Este capítulo vai dar a conhecer o que significa um edifício em betão armado, os princípios a ter em conta durante execução das diferentes actividades de uma obra. Conhecer as actividades e as diferentes etapas das mesmas é fundamental para a qualidade de execução do projecto, pois não adianta só conhecer as actividades mas sim conhecê-las e saber executá-las bem.

No primeiro sub capítulo, vai se fazer um enquadramento teórico e histórico do tema, focalizando pontos tais como: quando é que se começou a construir em betão armado, o que é betão armado e o que é um edifício em betão armado.

O segundo sub capítulo se encontra sub dividido em vários pontos de acordo com as actividades que são desenvolvido durante a execução de um projecto de edifício, começando por se falar dos ensaios que são realizados antes da implantação do edifício e durante execução do projecto do edifício. Ainda neste sub capítulo vamos encontrar os princípios que são inerentes as diferentes actividades e que são desenvolvidas durante a execução do projecto.

No terceiro e último sub capítulo, deste capítulo, vai-se tecer considerações sobre o trabalho em si e sobre a importância do conhecimento dos princípios mencionados neste trabalho, e desta forma despertar atenções sobre o que não se deve fazer.

2 Desenvolvimento

2.1 Enquadramento teórico e histórico

Há milhares de anos que o betão e argamassas são utilizados nas construções, sendo então produzidos pela mistura de argila ou argila margosa, areia, cascalho e água. Esses materiais eram aplicados essencialmente em pavimentos, paredes e suas fundações.

O betão trata-se de um material que trabalha muito bem a compressão mas que em contrapartida não resiste muito a tracção por isso que desde então houve sempre tentativas de colmatar essa desvantagem.

Há registo de que os Romanos fizeram tentativas para armarem o betão com cabos de bronze, experiência essa que não teve sucesso devido aos diferentes coeficientes de dilatação térmica do bronze e do betão.

As primeiras referências do betão armado datam de 1830, no entanto o barco em ferrocimento realizado pelo francês Jean-Louis Lambot em 1848 é reconhecido como a obra mais antiga em betão armado.

Um dos pioneiros do betão armado é o Joseph Monier com as suas patentes de 1849 para caixas (floreiras), casas e tubagens em 1867 e pontes em arco em 1873. Em 1852 François Coignet e em 1854 William Wilkinsen iniciaram a realização de pavimentos de betão armado (lajes e vigas) os quais se tornaram na maior aplicação deste material até a época actual.

Antes, betão armado era designado de Formigão Armado (semelhante ao Hormigon, em espanhol) e Cimento Armato (semelhante ao Cemento Armato usado em Itália), também teve outras designações tais como: Beton Armado, Siderocimento e Beton de Cimento Armado.

Datas históricas de betão armado

- ✓ 1817 – Invenção do cimento Portland – Louis Vicat
- ✓ 1848 – Invenção do betão armado – Lambot
- ✓ 1890 – Expansão do betão armado com sistemas patenteados
- ✓ 1917 – Invenção da vibração do betão de Eugène Freyssinet
- ✓ 1929 – Invenção do betão pré-esforçado de Eugène Freyssinet

Afinal o que é betão armado?

Para se definir o que é o betão armado há que se definir antes o que é o betão. O betão é uma pedra artificial constituída por: LIGANTE + AREIA + BRITA (ou GODO) + ÁGUA proveniente da hidratação ou endurecimento da pasta de ligante. Há também que se considerar os ADJUVANTES e os ADITIVOS como o 4º componente do betão para além da água embora possa ser considerado incluídos no ligante.

Como já foi referido anteriormente, para melhorar a qualidade deste material, no que toca a resistência à tracção, adicionou-se armaduras para ajudar o betão a resistir à tracção, com esta adição fez surgir um novo material designado de Betão Armado – Betão + Armadura.

O tipo de betão aplicado em obra implica o conhecimento de elementos relacionados com meios de colocação e de compactação, tipo de armaduras de moldes, as exigências do caderno de encargos bem como as condições ambientais prevista.

Actualmente em Cabo Verde o ligante mais usado no fabrico do betão é o **Cimento Potland Normal**. O cimento define-se como um material inorgânico finamente moído que, convenientemente amassado com água, forma uma pasta que faz presa e endurece devido às reacções de hidratação e que, depois de endurecer, mantém a sua resistência e estabilidade mesmo debaixo da água. O nome Portland, há quem diga que é devido as semelhanças, em termos de cor, solidez e durabilidade, com o calcário da ilha de Portland.

A matéria-prima usada no fabrico do cimento é **composto por $\frac{3}{4}$ de calcário e $\frac{1}{4}$ de argila**, cujos blocos são britados nas britadeiras que misturados e finamente devidas e perfeitamente homogeneizada. Que após passar por uma fase de **cozedura em forno rotativo** se obtêm o **Clinker** obtido à temperatura de 1450 °C que depois tem de ser moído devido a

sua granulometria (tamanho de nozes). O pó resultante da moagem é designado de **Cimento Portland**.

Dependendo das condições de betonagem existem outros tipos de cimento adequados a cada situação, e que só vão ser citados: Cimento Aluminoso ou Cimento Fundido, Cimentos Expansivos, Cimentos Refratários, Cimentos Pozolânico, etc.

Os inertes são o esqueleto do betão, sendo colados entre si por um ligante que, nos casos mais corrente é o Cimento Portland Normal. Quanto a extracção, actualmente, tem-se recorrido às britadeiras. Devido a exigências ambientais, a extracção de inertes naturais, principalmente a areia, é comumente recorrido aos inertes artificiais, produzido nas britadeiras. O dito areia fina, em Cabo Verde tem-se recorrido a importação de areia fina extraído das dunas da Mauritânia, já que a produção de areia fina nas britadeiras é acompanhado de elevada percentagem Filler (partículas com dimensões inferior a 0.1 mm) o que é prejudicial ao betão visto que impede a molhagem dos inertes pelo ligante.

A resistência do betão é obtido através da resistência do inerte, portanto a qualidade do inerte utilizado na composição do betão é reflectido pela qualidade do betão.

A porosidade, a geometria e a origem das partículas, são algumas das qualidades a ter em conta na sua utilização.

A variedade de granulometria dos inertes é uma das estratégias para aumentar a coesão e a resistência do betão, porque variedade de granulometria permite um maior encaixe das partículas umas nas outras e deste modo o índice de vazios do betão diminuirá.

Para se obter a variedade de granulometria dos inertes, é recorrido a mistura de inertes, e é aí que está o erro, pois essa mistura só é bom quando é feito mediante a realização do Estudo de Composição do Betão.

Este trabalho vai focalizar princípios construtivos para Edifícios em Betão Armado, sendo assim aqui define-se Edifícios em Betão Armado como sendo edifícios cuja estrutura é constituída por elementos em betão Armado.

Para fazer este trabalho tive de idealizar um edifício tipo, porque as actividades e a execução do projecto varia com tipo de edifício e processo construtivo adoptado, por isso passa-se a descrever o edifício tipo utilizado.

Descrição do edifício:

1. Fundação – a fundação é superficial, podendo ser sapatas, ensoleiramento geral, ou sapatas ligadas por vigas de fundação; a fundação das paredes é em alvenaria de pedra.
2. Betão armado em elevação – os pilares, as vigas, as lajes e laje de escadas são em betão armado.
3. Pavimento – pavimento revestidos em elementos cerâmicos, betonilhas e pedras naturais
4. Revestimento – o revestimento é argamassado e não argamassado conforme o caso, ou seja é feito recorrendo ao reboco e/ou a elementos cerâmicos.
5. Cobertura – cobertura em telha ou terraço acessível
6. Acabamento – é feito recorrendo a pinturas.
7. Rede de água e esgoto – a rede é composto por tubagens que ligam o edifício a rede pública.

2.2 Execução de projectos de edifícios em betão armado

A execução de projectos de edifícios em betão armado, em Cabo Verde, tem deixado muito a desejar, pois a mão-de-obra que estão directamente em contacto com a execução, muita das vezes não é qualificado, e a fiscalização também não é rigorosa.

Portanto o conhecimento de princípios básicos de construção torna-se urgente, principalmente para o pessoal técnico responsável pela execução do projecto.

Este capítulo visa mostrar os princípios que devem ser tidos em conta na execução de projectos de edifícios em betão armado.

2.2.1 Ensaios necessários antes e durante a execução do projecto de edifício

Antes de se executar um projecto de edifício, quer seja em betão armado ou quer seja de outro material, há que se fazer ensaios do terreno em que se vai implantar o projecto, de modo a conferir se o dimensionamento das fundações está de acordo com as características do terreno, e no decorrer da execução fazer ensaios de materiais que vão sendo aplicado na obra permitindo maior controlo da qualidade de execução do projecto.

Este sub capítulo vai dar a conhecer os ensaios, mais frequentes, que são realizados antes e durante a execução de um projecto.

⇒ **Antes da execução do projecto**

Neste sub-capítulo falar de ensaios antes da execução, não fará muito sentido, pois na verdade o que se faz são estudos para obtenção de dados para o dimensionamento do projecto ou então confirmar o que no projecto vem explicito. Portanto para cada estudo existem ensaios próprios que são necessários para dar sustento ao estudo.

Estudo geotécnico – São os estudos necessários à definição de parâmetros do solo ou rocha, tais como sondagem, ensaios de campo ou ensaios de laboratório, ou seja tem como objectivo de caracterizar e determinar o tipo de material bem como as suas características de que é constituído o solo.

No decorrer desse estudo geotécnico são realizados os seguintes ensaios:

1. **Ensaio de Penetração Dinâmica Ligeira (PDL)** – trata-se de um ensaio “in situ” cuja finalidade é o de determinar ou avaliar a resistência mecânica do solo à rotura. Este ensaio consiste em fazer penetrar no solo um cone ligado a varas, que por sua vez estão ligadas na extremidade a um pilão que cai a uma altura de 50 cm, até produzir no terreno, um avanço de 10 cm.

O aparelho usado neste ensaio é o penetrómetro dinâmico ligeiro e possui as seguintes características:

- ✓ Alcance de 10 m;
- ✓ Diâmetro do cone é de 30 mm;
- ✓ Diâmetro das varas é de 20 mm;
- ✓ O peso do conjunto cone, esfera e guia é 2,66 Kgf;
- ✓ O peso da vara de 1 m é de 2,89 Kgf;
- ✓ O peso do pilão é de 10,053 Kgf;

- ✓ Altura da queda do pilão é de 50 cm;
- ✓ Intervalo de leitura de 10 cm;

A resistência do terreno à ruptura é dada pela seguinte fórmula:

$$R_r = \frac{n}{a} \times \frac{M^2 \times h}{S(M+P)}$$

onde:

R_r – resistência à ruptura do terreno

n – número de pancadas para uma penetração

a – intervalo de leitura (avanço do penetrómetro)

M – peso do pilão

P – peso total da estaca (penetrómetro)

h – altura da queda

S – secção do cone

Com base nos dados obtidos através da fórmula, podemos avaliar qualitativamente a resistência do solo, em função de ter sido mais ou menos fácil a penetração do aparelho.

A seguir se apresenta um quadro de avaliação qualitativa do solo:

Valores da resistência	Avaliação qualitativa do terreno
De 0 a 2 Kg/cm ²	Mole ou Brando
De 2 a 4 Kg/cm ²	Menos mole
De 4 a 8 Kg/cm ²	Duro ou Firme
De 8 a 12 Kg/cm ²	Muito duro

Tabela 1 – quadro de avaliação qualitativa do solo

2. **Ensaio laboratoriais** – são os ensaios que configuram a caracterização e identificação dos solos e consistem na definição da sua composição granulométrica, na determinação dos limites de Atterberg, do peso específico dos grãos do solo, do teor de água e da expansibilidade linear.

a) Granulometria

A granulometria de um solo é a distribuição expressa em peso, das partículas constituintes desse solo com tamanhos inferiores a determinadas dimensões.

A dimensão de uma partícula é definida pela abertura de uma malha com forma determinada pela qual passa ficando retida numa malha idêntica de menor abertura.

Praticamente a análise granulométrica consiste em agitar uma série de peneiros, contendo a amostra do solo, após esquarteramento, peneiros esses encaixados entre si desde os de maior abertura até os de menor abertura, de modo que o de maior abertura fica na parte superior e o menor na parte inferior. Após agitação vai se pesar o material retido em cada peneiro, facilitando assim o cálculo de retidos em cada peneiro.

A série mais usada é a série Americana da ASTM, também usada em Portugal segundo a Norma NP 1379.

A sedimentação é utilizada para a determinação da composição granulométrica das partículas finas, é um método que se baseia na aplicação da lei de Stokes que relaciona a velocidade v da queda de uma partícula de dimensão D no seio de um líquido, usando a expressão:

$$V = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{18\eta} D^2$$

γ_s – Peso volúmico da partícula

γ_w – Peso volúmico da água

η - Coeficiente de viscosidade do líquido

O ensaio faz-se com água destilada e à temperatura de 20° C.

Em Cabo Verde estes ensaios são realizados baseando-se nas Normas Portuguesas (NP) e nas Especificações do Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal (LNEC E)

- ✓ LNEC E-239 para o ensaio de peneiração;
- ✓ LNEC E-196 para o ensaio de sedimentação;

b) Limites de consistência (limites de Atterberg)

Os limites de consistência ou de Atterberg permitem determinar os diferentes estados do solo, na presença da água.

Estes limites constituem informação importante quando conjugados com as composições granulométrica e mineralógica do solo.

Estes limites são determinados de acordo com a norma portuguesa NP-143.

c) Peso específico dos grãos do solo

Peso específico de um solo é o peso das partículas que ocupariam a unidade de volume, depois de excluídos os vazios. É uma característica que define a Natureza de um solo e é um instrumento para os ensaios de sedimentação pois o peso específico de uma partícula é um dado muito importante para a realização do ensaio de sedimentação. Em Cabo Verde este ensaio é feito baseando na Norma NP-83

d) Expansibilidade do solo

A expansibilidade de um solo é o aumento de volume que esse solo sofre quando em presença da água. Em Cabo verde a variação sazonal é a das chuvas ou da seca, portanto o aumento ou retracção do volume é conforme a estação (das chuvas ou da seca).

A expansibilidade do solo torna-se importante pois ela é responsável pelas deformações (diferenciais de acordo com a exposição) das fundações e dos pavimentos com implicações graves nas estruturas e consequentemente a ruína dos edifícios.

No Laboratório de Engenharia Civil de Cabo Verde, este ensaio é feito seguindo a especificação LNEC E-200, onde se considera que um solo é expansivo se o índice de expansibilidade for superior a 8% e é feito sobre partículas que passam no peneiro #40 da série ASTM levando em conta a percentagem do solo que passa por esta malha.

Baseado nos resultados obtidos dos ensaios de determinação da composição granulométrica e dos limites de Atterberg procede-se a classificação das amostras do solo.

Ainda um estudo importante, e que deve ser feito antes de se começar a executar um projecto de edifício de betão armado, é o **Estudo de Composição do Betão**. Esse estudo permite saber a dosagem de cada material a empregar no fabrico do betão, de modo a se conseguir o tipo de betão especificado no projecto.

Para se fazer esse estudo, quem vai executar (por exemplo o empreiteiro) tem de mandar para o laboratório (Laboratório de Engenharia Civil) os materiais a usar no fabrico do betão, acompanhado de uma nota solicitando o estudo do tipo de betão pretendido, afim de aí se definir a dosagem dos diferentes materiais que deverão compor tal tipo de betão.

⇒ **Durante a execução do projecto**

Durante a execução do projecto vai se fazendo diversos ensaios que permitem controlar a qualidade do material aplicado na obra. Este ponto vai dar conhecer esses ensaios alguns deles permitem o conhecimento dos resultados “in situ”, como é o caso do ensaio de abaixamento, e o ensaio de compressão do betão e/ou blocos cujo resultados só são conhecidos no mínimo três dias após a data do fabrico da amostra.

A solicitação mais corrente é aos 7 e 28 dias, visto que aos 7 dias o betão já terá ganho cerca de 65% da sua resistência e aos 28 dias, a maioria dos provetes de betão atingem a sua resistência total. Contudo o endurecimento vai aumentando com a idade do betão.

A seguir são descritas, de forma sintetizada, estes ensaios:

1. **Ensaio de compressão do betão** – trata-se de um ensaio mais usado para verificar a veracidade de um betão em Cabo Verde. Este ensaio permite saber a resistência do betão aos 3, 7, 14, 28 dias. Este ensaio consiste em retirar amostras do betão aquando da betonagem enchendo cubos ou cilindros, sendo mais comum encher cubos e deixar solidificar. Após solidificar coloca-se na água, de forma a manter a água de composição do betão, até ao dia a que se vai fazer o ensaio. Importa salientar, que o facto de se colocar os cubos dentro da água constitui o que se chama de processo de cura do betão.



Figura 1 – Máquina de compressão do betão

2. **Ensaio de compressão de blocos de betão** – a resistência a compressão é uma das características que qualquer bloco deve ter, essa característica torna-se fundamental quando o bloco é elemento integrante de uma alvenaria resistente em que é preciso de garantia de bom material. A resistência a compressão é influenciada pelo tipo de inerte utilizado, a composição do betão utilizado no

fabrico do bloco, a compactação e o processo de cura do betão utilizado. Para se realizar este ensaio, o Laboratório de Engenharia Civil de Cabo Verde recorre a mesma máquina que se utiliza para ensaio de compressão de betão.

3. **Ensaio de abaixamento ou Slump test** – trata-se de um dos métodos mais usados para o conhecimento da trabalhabilidade do betão. Este método é usado para betões de consistência mole que quase não necessitam de vibração e para betões que necessitam de vibração usa-se o Ensaio VÊBÊ (VÊBÊ TEST), sendo este não será tratado neste trabalho.



Figura 2 – Ensaio do abaixamento do betão

4. **Ensaio de estanquidade (ar ou fumo e água)** – consiste em injectar ar, fumo ou água na conduta e analisar com um manómetro a variação de pressão durante 15 minutos. Quando se recorre ao ar ou ao fumo, deverá se fazer uma injeção de ar ou fumo à uma pressão de 400 kpa através de uma extremidade e obturando-se as restantes saídas (ou colocando nelas sifões). Os manómetros não devem acusar abaixamento de pressão pelo menos durante quinze minutos, e quando se usa ar, a este deve ser adicionado produto de cheiro activo. Quando se recorre à água dever-se-á tamponar os colectores e encher os tubos de queda até á cota do menos elevado dos aparelhos, sendo que o manómetro ligado ao colector tamponado não deverá acusar abaixamento de pressão durante pelo menos quinze minutos.

2.2.2 Movimentos de terra

Segundo o autor J. Paz Branco, no seu livro intitulado “Infraestruturas, Estruturas, Alvenarias e Cantarias em Edifícios”, define-se movimento de terras como todas as alterações intencionais na forma dos terrenos (naturais ou já modificados), por corte ou por aterro, na formação de plataformas ou taludes, como na abertura de valas ou caixas, em obra de edificação. A mesma designação, quando ligada a obras de estradas ou grandes obras de engenharia, tem um significado mais amplo e técnicas de avaliação e execução diferentes. ’

Mesmo com os avanços tecnológicos que se tem verificado na construção civil, é inevitável que parte dos trabalhos de escavação e aterro se faça por meios braçais.

Existe uma vasta gama de máquinas que são usados nos trabalhos de movimentos de terras dos quais só vou citar nomes:

- ✓ Bulldozer
- ✓ Escavadora Carregadora
- ✓ Valadoras (abre-valas)
- ✓ Escavadora equipada com “drag-line” ou balde de maxilas

Quando se fala em movimento de terras é necessário ter em conta as características do solo, para tal é necessário a realização de ensaios, como foi discriminado no sub-capítulo 2.2.1 para se conhecer as características do solo.

Quando o terreno é estável e coeso é possível que não seja necessário o recurso a entivação, mas quando o terreno é instável, os trabalhos deve ser acompanhados de equipas de entivação.

Se o terreno não permitir o uso de máquinas pode-se recorrer ao uso de picareta, desmonte a ferros, com martelos pneumáticos ou a fogo (explosivo). Deve-se ter atenção as porções de terras e/ ou pedras que fiquem abaladas, pois estes devem ser removidos afim de evitar o seu desabamento.

Segundo J. Paz Branco no seu livro intitulado “Infraestruturas, Estruturas, Alvenarias e Cantarias em Edifícios”, os solos brandos, que quando por falta de máquinas tenham de ser escavadas braçalmente, apresentam sempre perigo de desmoronamento por desagregação ou escorregamento, pelo que mais uma vez se chama a atenção para a necessidade de acompanhar a escavação com a entivação. Ainda nesse mesmo livro o autor faz um alerta ao conhecimento de antemão se o corte deve ser feito com taludes, qual a inclinação dos taludes, e se estes vão ficar em corte ou estabilizados com muros de suporte ou de espera.

Durante o movimento de terras há dois conceitos que devem estar presentes, que é o **coeficiente de empolamento** (solo escavado passará a ocupar maior volume que o natural) e **coeficiente de retraimento** (solo escavado passará a ocupar menor volume que o natural). Esses coeficientes tornam-se muito importante, principalmente, aquando da orçamentação do material a usar nos aterros.

Segundo J. Paz Branco, os aterros junto ou no interior dos edifícios, deverão ser feitos por camadas não superiores a 0.20 m de altura, e compactados até se verificar que o dispositivo compactador deixou de produzir efeito. A rega é indispensável como “lubrificador” das partículas, mas não deve ser excessiva. Quando o limite do aterro termina em talude, deve defender-se da “fuga” de efeito de compactação, por deslocações laterais sucessivas, reduzindo até ao necessário o ângulo de inclinação.

Junto dos tubos ou cabos eléctricos, só deve aplicar-se areia ou, terra limpa de pedras segundo recomenda J. Paz Branco.

Para se fazer a compactação pode-se recorrer aos seguintes dispositivos:

- ✓ Apiloamento braçal por meio de maços
- ✓ Apiloamento com pilão mecânico autónomo ou pneumático
- ✓ Compactação com placas vibratórias
- ✓ Compactação com cilindros de rolos ou pneumáticos, com ou sem vibração
- ✓ Compactação com cilindros providos de pontas penetrantes (pés de carneiro)

2.2.3 Fundações directas

Como se sabe toda a carga proveniente da superestrutura para se transmitir ao terreno terá de passar pelos elementos de fundação adoptado.

A adopção de elementos estruturais para a fundação vai depender em grande parte das condições do terreno de fundação, e, daí a importância de se fazer um Estudo Geotécnico recorrendo a ensaios que foi mencionado no sub capítulo 2.2.1, pois como foi afirmado pelo J. Paz Branco no seu livro intitulado de “ Infraestruturas, Estruturas, Alvenarias e Cantarias em Edifícios”: sem o conhecimento do comportamento dos variados solos face às cargas estáticas e/ou dinâmicas que lhes são transmitidas pelas fundações, nada de útil poderia ser estudado quanto às características, natureza e dimensões dos elementos a utilizar para uma transmissão correcta e homogénea daquelas cargas.

Consoante os níveis de cargas, condições do terreno de fundação, limitações construtivas do local e valor patrimonial do terreno, podem ser definidos dois tipos de fundações: Fundações directas e Fundações indirectas ou profundas.

Neste trabalho vai dar-se ênfase as fundações directas por ser o mais corrente até ao momento em Cabo Verde.

Sendo assim designa-se por Fundações directas as que transmitem directamente para o solo as cargas que a construção e utilização lhes transmitem, para além de tensões acidentais.

Existem três classes de fundações directas, que são a seguir identificadas:

- ✓ Continuas – quando constituídas por elementos de alvenarias de pedra ou tijolos maciços, betão simples ciclópico ou não, e betão armado, que formam o prolongamento vertical das paredes no interior do solo, até encontrarem condições de sustentação estáveis e permanentes.
- ✓ Descontínuas – quando a estrutura resistente da construção, onde as cargas e tensões foram concentradas, as transmitem ao solo em pontos sem continuidade. É o caso das sapatas ou Pegões de alvenarias, betão simples ou armado, situados no prolongamento vertical dos pilares.
- ✓ Ensoleiramento geral – quando por razões técnicas especiais, impostas pelas características do edifícios, pelas características do solo, ou por ambas, se impõe

a formação de uma grande sapata (laje nervurada ou maciço) abrangendo toda a área da construção.

Os materiais a serem aplicados nos elementos de fundação por se encontrarem permanentemente sob acção mais ou menos significativa de humidade, em muitos casos contendo nitratos, sulfatos e outras substâncias químicas agressivas, têm de possuir capacidade para lhes resistir sem perda de qualidade durante muitas décadas. No caso do betão ciclópico simples, exige-se igual resistência e a incorporação de pedra com as características antes referidas.

Tratando-se de betão armado, visto que se encontram permanentemente sob acção da humidade e agressividade de outras substâncias químicas, deve ser considerado como estando num ambiente muito agressivo, desta forma REBAPE (Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado) no seu Artigo 78º.2 recomenda um recobrimento mínimo de 4.0 cm das armaduras, ainda chama atenção, pelo facto de se o recobrimento for superior a 5.0 cm, a necessidade de emprego de armadura de pele.

Para se garantir o recobrimento da armadura normalmente recorre-se aos espaçadores (podem ser de plástico ou de argamassa) usado sob, as armaduras, entre a face da armadura adjacente a cofragem e a cofragem. A Especificação do LNEC E 469 – 2006 define que os espaçadores devem ter resistência suficiente para suportar as cargas previstas antes e durante a betonagem, sem deformações que comprometam o recobrimento especificado para as armaduras e devem ser preferencialmente de argamassa de cimento.

2.2.4 Betão em elevação

Quando se fala de betão em elevação, está-se a referir a betonagem dos pilares, vigas e lajes dos pisos e das escadas. Tratando-se este trabalho de princípios construtivos para execução de edifícios em betão armado, fez-se uma limitação desses elementos estruturais aos elementos em betão armado, sendo em betão armado existem os seguintes princípios que devem ser tidos em conta durante a execução desta actividade.

Antes de se avançar com esses princípios vamos definir o que são esses elementos estruturais.

Os **pilares** são elementos estruturais verticais cuja função é de receber as cargas provenientes das vigas e/ou lajes, no caso de lajes fungiformes, cargas horizontais (acção do vento, sismos, acções acidentais, etc.) e transmiti-las as sapatas que por sua vez as transmite ao terreno de fundação.

As **vigas** são elementos estruturais horizontais cuja função é o de receber cargas provenientes das lajes e/ou alvenarias, cargas horizontais (acção do vento, sismos, acções acidentais, etc.) e transmiti-las aos pilares.

As **lajes** são elementos estruturais horizontais planas cuja função é o de receber acções resultantes do funcionamento/utilização do edifício (peso próprio, mobiliário, equipamentos fixos e/ou móveis, utentes, etc.), e distribui-las uniformemente sobre as vigas (lajes vigadas) e pilares (lajes fungiformes).

As **escadas** são elementos de acessos verticais, do tipo lajes maciços, apoiados em vigas ou paredes e normalmente betonados in-situ.

Como se tinha referido anteriormente, existem princípios de execução desses elementos que vão ser mencionados neste capítulo.

Deve-se ter atenção ao recobrimento das armaduras, pois trata-se de um aspecto muito importante para o bom funcionamento dos elementos estruturais, em betão armado, a longo prazo. O Eurocódigo 2 – Projecto de Estruturas de Betão estabelece, na secção 4.4 da EN 1992-1-1, ponto 3, um recobrimento no mínimo de 10 mm, sendo os valores do recobrimento a adoptar de acordo com a classe estrutural e a exposição ambiental.

Para se garantir o recobrimento especificado no projecto geralmente recorre-se aos chamados espaçadores. A Especificação da LNEC E 469 – 2006 recomenda que os espaçadores devem ser preferencialmente de argamassa de cimento, podendo ter varias formas geométricas e apresentar estabilidade suficiente quando fixados ao longo das armaduras ou nas suas extremidades.

Nas lajes os espaçadores devem ser colocados em todos os varões mais próximos das cofragens, em ziguezague com uma distância mínima de inferior a $50d$ com um máximo de 1 m, onde d é o diâmetro da armadura principal. Nas vigas devem ser colocados na base e nas duas faces amarrados aos estribos com distância máxima de 1 m e nos pilares amarradas às cintas com uma distância inferior a $100d$.

A forma e o aspecto final das peças de betão dependem quase exclusivamente do molde onde são executadas (e da descofragem).

Os cuidados na execução desse molde em relação às dimensões, ao desempenho da superfície, a indeformabilidade, a estanqueidade, a natureza e o acabamento do material em contacto com o betão e o eventual uso de óleo descofrante, torna-se de suma importância para a obtenção de uma peça de boa qualidade, e desta forma dispensando os trabalhos finais de acabamento.

O Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado no seu Artigo 152.º, Moldes e cimbres, é claro quanto as características que qualquer cofragem deve possuir:

- ✓ Suportar com segurança satisfatória as acções a que vão estar sujeitos, em particular as resultantes do impulso do betão fresco durante a colocação e compactação;
- ✓ Terem rigidez suficiente para não sofrerem deformações excessivas, de modo que a forma da estrutura executada corresponda, dentro das tolerâncias previstas, à estrutura projectada;
- ✓ Serem suficientemente estanques para não permitirem fuga da pasta ligante; no caso de serem constituídas por materiais absorventes de água, devem ser abundantemente molhadas antes da betonagem, tendo-se o cuidado, no entanto, de remover toda água em excesso;
- ✓ Permitirem fácil desmoldagem, que não provoque danos no betão e tenha em conta o plano de desmoldagem previsto, podendo ser necessária a utilização de dispositivos especiais (cunhas, caixas de areia, parafusos, macacos, etc.);

As operações de desmoldagem e de descimbramentos somente devem ser realizadas quando a estrutura tiver adquirido resistência suficiente (pelo endurecimento do betão e, quando for caso, pela aplicação do pré-esforço) não só para que seja satisfeita a segurança em relação aos estados limites últimos mas também para que não se verifiquem deformação e fendilhação inconvenientes. Tais operações devem ser conduzidas com os necessários cuidados, de modo a não provocarem esforços prejudiciais, choques ou fortes vibrações.

A seguir apresenta-se um quadro (Artigo 153º do REBAPE) indicando os prazos mínimos para a desmoldagem dos elementos estruturais.

QUADRO XVIII

Prazos mínimos de desmoldagem descimbramento

Moldes e escoramentos	Tipos de elemento		Prazos (dias)
Moldes de faces laterais	Vigas, pilares, paredes		3 (1)
Moldes de faces inferiores	Lajes (3)	L ≤ 6 m	7
		L > 6 m	14
	Vigas		14
Escoramentos	Lajes (3)	L ≤ 6 m	14 (2)
		L > 6 m	21 (2)
	Vigas		21 (2)

(1) Este prazo pode ser reduzido para 12 h se forem tomadas precauções especiais para evitar danificações das superfícies.

(2) Este prazo deve ser aumentado para 28 dias no caso de lajes e vigas que, na ocasião do descimbramento, fiquem sujeitas a acções de valor próximo do que, satisfeita a segurança, corresponde à sua capacidade resistente.

(3) No caso de lajes em consola, deve tomar-se como vão, l , o dobro do balanço teórico.

Fonte: REBAPE, Artigo 153º pag. 170

No que toca a emenda de varões existem três formas de se fazer emendas:

- ✓ Por sobreposição de armaduras – sobreposição deve ser superior a 15d e a 20 cm (REBAPE Artigo 84.º);
- ✓ Por soldadura;
- ✓ Por utilização de dispositivos mecânicos especiais;

Deve-se evitar ao máximo as emendas de armadura, mas na impossibilidade de evitá-lo existem princípios que devem ser tidos em conta durante a sua execução:

- ✓ A emenda só pode ser feita nas zonas em que o esforço que a estrutura está sujeito é mínima;
- ✓ No caso de vigas encastradas continua poder-se-á afirmar que as armaduras longitudinais existentes na de tracção só poderão ser emendadas no princípio de $1/5$ e a partir do $4/5$ do mesmo vão;

- ✓ Em casos de vigas em consola, não é admissível qualquer emenda na zona do apoio, pois o esforço máximo exerce-se superiormente junto ao apoio. A emenda só será aceite quando maior for a sua distância do apoio;

A escolha de um bom betão reside no compromisso entre a resistência e a permeabilidade por um lado e a trabalhabilidade. Mas antes é preciso conhecer a natureza da obra, meios de colocação e compactação do betão, armaduras e moldes, exigências do caderno de encargos relativas à classe e tipo de betão desejado bem como as condições ambientais previstas.

A trabalhabilidade de um betão é o grau de facilidade de manuseamento permitido pelo betão. Para medir a trabalhabilidade do betão é, normalmente, adoptado em todos os estaleiros o ENSAIO DE ABAIXAMENTO com o CONE DE ABRAMS (SLUMP TEST) para betões de consistência mole que quase não necessitam de vibração descrito no primeiro sub capítulo e o ENSAIO DE VÊBÊ (VÊBÊ TEST), para betões que devem ser vibrados.

O betão pode apresentar os seguintes graus de consistência:

Consistência	Meio de compactação a usar	Slump (cm)	Graus Vêbê	Uso
Terra húmida	Vibração potente e compressão	-----	>30	Pré-fabricados
Seca	Vibração potente	-----	30 a 10	Pré-fabricados
Plástica	Vibração normal	0 a 4	10 a 2	Betão em obra
Mole	Apiloamento	4 a 15	-----	Betão bombado
Fluida	Espalhamento e compactação	> 15	-----	Betão bombado

Tabela 2 – graus de consistência

Fonte: Materiais de Construção I, Folhas de apoio às aulas teóricas, Compilação do professor Isolino Varela, Capítulo VII pág 5.

A granulometria dos inertes deve ser cuidadosamente estudada a cada situação de modo a obter um betão compacto, resistente, fácil de trabalhar e com o menor volume de vazios possível.

O betão deve poder penetrar sem segregação ou peneiração através das malhas das armaduras, de modo a evitar vazios no betão e um mau recobrimento das armaduras.

O betão deverá ser cuidadosamente colocado nas cofragens (moldes) dos elementos a betonar, e com base num rigoroso processo de compactação que poderá ir desde o apiloamento até auto compactação passando pela vibração mecânica, que é o processo mais vulgarizado e económico.

A vibração do betão tem grande influência na resistência do betão, este facto foi descoberto por volta do ano 1900 pelo engenheiro Rabut aquando da direcção de uma obra que consistia em envolver de betão as vigas de uma ponte metálica de caminho de ferro sujeita tráfego ferroviário intenso. Mas a aplicação prática da vibração foi feita por Freyssinet, discípulo de Rabut na École des Ponts et Chaussées, de Paris, durante a construção de hangares, em Orly, com aplicação de martelos pneumáticos nas paredes dos moldes.

Segundo A. De Sousa Coutinho (1997), o processo de vibração consiste numa distribuição de energia mecânica na massa do betão, que se opõe às ligações de contacto, suprimindo o atrito interno correspondente, o que facilita o adensamento provocado pelo peso próprio das componentes do betão, que é muito maior do que o do ar, permitindo assim que este seja expulso.

Existem dois tipos de vibração do betão: externa (o aparelho vibratório actua directamente sobre uma ou várias faces do volume do betão) e interna (o aparelho vibrante é introduzido na massa).

A vibração em obra mais utilizada, em Cabo Verde, é a vibração interna (aparelho vibrador no interior da massa de betão) por meio de agulhas vibratórias. Portanto, segundo A. De Sousa Coutinho (1997) este tipo de vibração deve ser realizado nas seguintes condições:

- ✓ Quando se desconheça o raio de acção do vibrador, a agulha pode aplicar-se praticamente a distâncias de 0.5 a 1.0 m.
- ✓ Introduzir e retirar a agulha verticalmente a velocidade constante. Se a construção ou local impuser, inclinar o vibrador, mas nunca a mais de 45° com

a vertical. A agulha deve ser retirada com uma velocidade que não exceda 5 a 8 cm/s, de modo que a cavidade formada pelo vibrador se feche naturalmente.

- ✓ Não deslocar a agulha horizontalmente.
- ✓ Não vibrar uma espessura de betão superior ao comprimento da agulha.
- ✓ Não introduzir a agulha a menos de 10 a 15 cm do molde, para não o deformar e evitar formação de bolhas e de calda de cimento ao longo dos moldes.~
- ✓ Não vibrar tempo demais. Praticamente vibra-se durante intervalos de tempo que vão de 5s a 30s, conforme a trabalhabilidade do betão. Quando este é mais seco pode-se vibrar durante periodos de 1 ou 2 minutos, mas torna-se então necessário empregar mão-de-obra de boa qualidade.

2.2.5 Pavimentos

O pavimento é a parte do edifício cuja finalidade é a de suportar as cargas horizontais e verticais e transmiti-las aos suportes, que no caso de edifícios em betão armado, são as lajes e o terreno de fundação no caso do piso térreo. Um pavimento é constituído por um conjunto de camadas das quais se esperam um bom comportamento estrutural.

De uma maneira geral um pavimento é constituído pela estrutura de suporte (materiais granulares no caso do piso em contacto com o solo ou lajes, perfis metálico, madeira e outros, no caso dos pisos a partir do 1º andar), camada de regularização e camada de revestimento.

A camada de revestimento é a camada que, normalmente, distingue os diferentes tipos de pavimentos. Desta forma temos os seguintes tipos de pavimento:

- ✓ Pavimentos em mosaicos cerâmicos - pavimentos cujo revestimento são pedras artificiais obtidas pela prensagem e moldagem da argila rica em caulinite que depois é cozida a temperaturas elevadas.
- ✓ Pavimentos em mosaicos hidráulicos - pavimentos cujo revestimento pedras artificiais, resultado de uma material aglomerado cujo ligante é o cimento Portland Normal. O mosaico hidráulico é constituído por duas camadas: a camada de desgaste e a tarsoz.
- ✓ Pavimentos em betonilhas – pavimentos cujo revestimento são argamassas espalhadas e alisadas com uma régua de madeira ou alumínio e que pode ser

acabado com argamassa de cimento queimado à costa colher de pedreiro, podendo ser utilizados corantes.

- ✓ Pavimentos em marmorites – pavimentos cujo revestimento utilizado são betonilhas ao traço 1:2 obtidas pela mistura de água, cimento areia e pedaços de pedra, geralmente pedaços de mármore provenientes de desperdícios.
- ✓ Pavimentos em pedras naturais – pavimentos cujo revestimento utilizados são pedras naturais cortada em formas regulares em máquinas de corte especiais para o efeito, tem acabamento na face à amostra conforme o especificado pelo cliente – amaciado, polido, serrado, ou a pico, etc.. As pedras mais usadas são o granito, o calcário e mármore.

O pavimento nos WC's e cozinhas devem possuir pendentes conduzam as águas para os ralos colocados no pavimento, principalmente nos WC's. As pendentes devem ser conseguidas na camada de regularização e não na espessura argamassas ou colas para o assentamento das pedras (artificial ou natural).

Tal como nos revestimentos das paredes com elementos cerâmicos, deve-se proceder a execução de fiadas mestras e pouco a pouco vão formando quadrados que vão sendo preenchidos.

Deve-se sempre executar as juntas entre os elementos de revestimento, no caso do revestimento atravessar juntas do edifício deve-se interromper o revestimento ao longo da referida junta.

Aquando da execução do pavimento o suporte deve estar limpo e livre de poeiras, gorduras e restos de betão ou argamassa.

O tipo de cola (argamassa, cimento-cola, etc.) deve ser de acordo com tipo de substrato e sobretudo, o tipo de peça cerâmica, hidráulica ou pedra natural escolhido para o revestimento. A mistura e/ou preparação da cola deve ser de acordo com as indicações do fabricante.

No caso dos pavimentos exteriores e do piso terreo estarem directamente em contacto com o solo, deve-se proceder a execução da caixa de pavimento e compactá-lo, por forma a ter o menor assentamento possível.

Quando se utiliza os pavimentos revestidos com betonilhas ou marmorites deve-se ter o cuidado de marcar os pontos de cota de acordo com a espessura pretendida e a devida

nivelção, executando cordões de argamassa (afastados de no máximo 2 m) e só depois fazer o enchimento das zonas intermediárias.

Os pavimentos para além das exigências de resistência mecânica, estanquidade este deve ainda ter um bom comportamento termo-acústico. Para que essa exigência seja cumprida pode-se utilizar a lã de rocha e/ou lã de vidro que são excelentes isoladores térmicos e acústicos.

2.2.6 Alvenarias

Alvenaria, pelo dicionário da língua portuguesa, é a arte ou ofício de pedreiro ou alvenal, ou ainda, obra composta por pedras naturais ou artificiais, ligadas ou não por argamassas.

A alvenaria pode ser empregada na confecção de diversos elementos construtivos (paredes, abóbadas, sapatas, etc.) e pode ter função estrutural, de vedação, etc. Quando a alvenaria é empregada na construção para resistir cargas, ela é chamada **Alvenaria resistente**, pois para além do seu peso próprio, ela suporta cargas (peso das lajes, telhados, dos pavimentos superiores, etc.)

Quando a alvenaria não é dimensionada para resistir cargas verticais para além de seu peso próprio, ela é denominada de **Alvenaria de vedação**, ou seja, só para **fechamento de vãos**. As paredes utilizadas como elemento de vedação devem possuir características técnicas que são:

- ✓ Resistência mecânica
- ✓ Isolamento térmico e acústico
- ✓ Resistência ao fogo
- ✓ Estanqueidade
- ✓ Durabilidade

As alvenarias, hoje em dia, podem ser de vários tipos de materiais tais como blocos de betão, tijolos, pedras naturais, de betão armado, de blocos de vidros, mas neste sub capítulo vai falar-se de alvenarias de blocos de betão e de alvenarias de pedra.

Alvenaria de blocos de betão – é aquela alvenaria cujos elementos constituintes são blocos de betão pré-fabricados e podendo ser vazados (furados) ou maciços.

Os blocos de betão podem ser encontrados em dimensões variadas, sendo as mais usuais em Cabo Verde as dimensões:

- ✓ 0.40m x 0.20m x 0.10m \Rightarrow “bloco de 10”
- ✓ 0.40m x 0.20m x 0.15m \Rightarrow “bloco de 15”
- ✓ 0.40m x 0.20m x 0.20m \Rightarrow “bloco de 20”

No que toca a assentamento de blocos ela feita por meio de argamassas de cimento, areia e água, que são misturadas manualmente ou recorrendo às betoneiras. Os blocos são assentados posicionando os furos para baixo, deste modo facilitando a colocação da argamassa, assim como indica a figura abaixo, permitindo deste modo economizar argamassas.

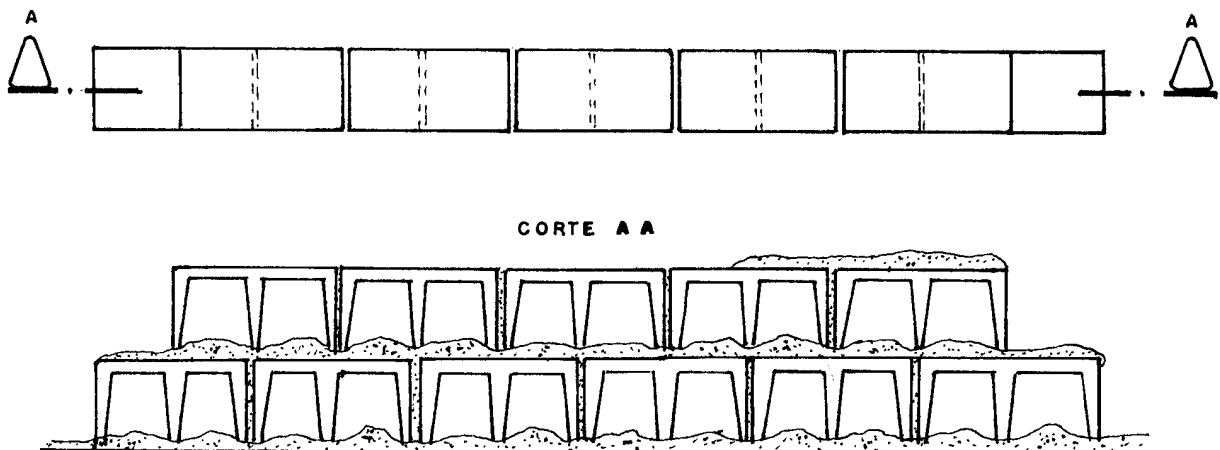


Figura 3 – Detalhe do assentamento do bloco de betão

Fonte: www.ecivilnet.com/apostilas/alvenaria

A amarração de blocos de betão deve ser feito intercalando as juntas dos blocos. Nas juntas dos blocos deve-se evitar espessuras superiores a 1.5 cm pois a argamassa e o bloco são dois materiais de comportamento diferentes e como se sabe é através das juntas que vai haver transmissão de cargas entre os blocos. Portanto, quanto maior for a espessura das juntas, maior é a possibilidade de fissuração da alvenaria devido a retração da argamassa.

Alvenaria de pedra – é aquela alvenaria cujo elemento é a pedra natural, ligados ou não por argamassa. As alvenarias em pedra muitas vezes tomam o nome de alvenaria ordinária por possuir pedras irregulares e faces emparelhadas.

Este tipo de alvenaria apresenta uma boa resistência à compressão, sobretudo quando se recorre às pedras mais nobres, mas em contrapartida as suas juntas praticamente não resiste à tracção pelo que recomenda o uso de ligadores, principalmente em alvenarias que vão estar sujeitas a elevadas acções horizontais.

Deve-se preencher todos os espaços entre as pedras de forma a tornar a alvenaria mais compacta.

Deve-se garantir o desempenho e a verticalidade da parede, de forma a minimizar os momentos no apoio e o conseqüente aumento da instabilidade em relação ao derrubamento.

2.2.7 Revestimentos

Revestimento é a etapa da obra em que se faz a regularização de superfícies horizontais (tectos e pisos) e verticais (paredes, muros e fachadas), resguardando-as das intempéries e do desgaste de uma maneira geral. As principais qualidades de um revestimento podem ser: a resistência ao choque e aos esforços de abrasão, a durabilidade e a impermeabilidade, quando necessária.

Na execução desta etapa da obra distingue-se três tipos de revestimentos: revestimento de paredes, tectos e pavimentos.

A seguir vai se dar a conhecer os princípios construtivos a que esses tipos de revestimentos devem estar sujeitos durante a sua execução.

Revestimentos de paredes (alvenarias) – na execução dessa actividade destacam-se dois tipos de revestimentos classificados de acordo com os materiais usados. São eles revestimentos argamassados e não argamassados.

O revestimento argamassado consiste em procedimentos tradicionais da aplicação de argamassas sobre as alvenarias e estruturas, tendo como finalidade regularizar e uniformizar as superfícies, corrigindo as irregularidades, prumos e alinhamentos dos painéis. Quando se trata de revestimentos externos, actuam como camada de protecção contra a infiltração das águas das chuvas.

Este tipo de revestimento consiste na execução de no mínimo três camadas sobrepostas, contínuas e uniformes, chamadas:

- ✓ Chapisco cuja principal finalidade é de melhorar a aderência da alvenaria de blocos. A camada aplicada deve ser uniforme e de pequena espessura e apresentar um acabamento áspero.
- ✓ Emboço é a argamassa de regularização que determina a uniformização da superfície, corrigindo as irregularidades, prumos e alinhamentos dos painéis. Sua espessura deve variar entre 10mm e 25mm. O emboço deve ser feito assim como mostra as seguintes figuras:

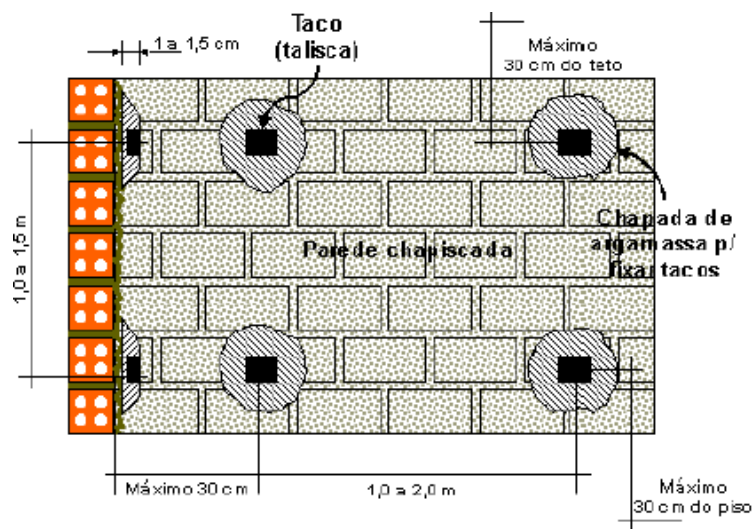


Figura 4 – Colocação de tacos apurados e nivelados

Fonte: Notas de aulas por professora Tereza Denyse P. de Araújo, Revestimento de parede, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, pág. 4-30

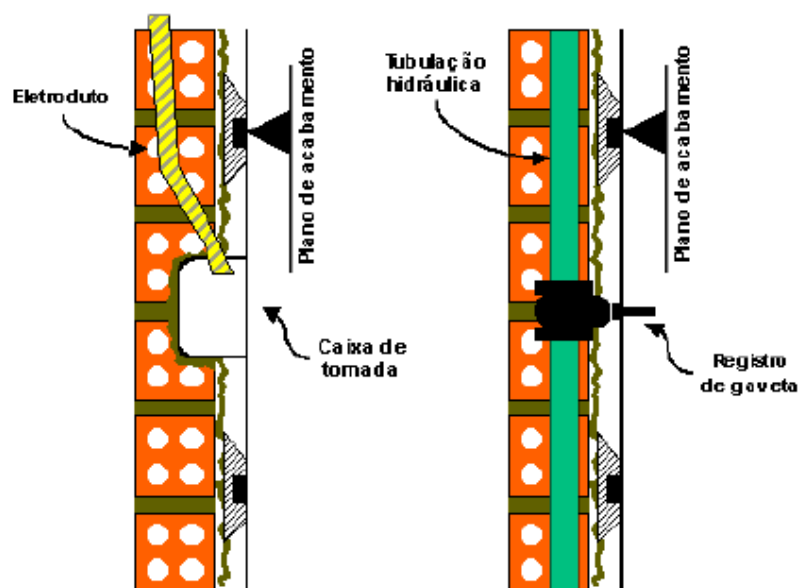


Figura 5 – Definição do plano de acabamento

Fonte: Notas de aulas por professora Tereza Denyse P. de Araújo, Revestimento de parede, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, pág. 4-30

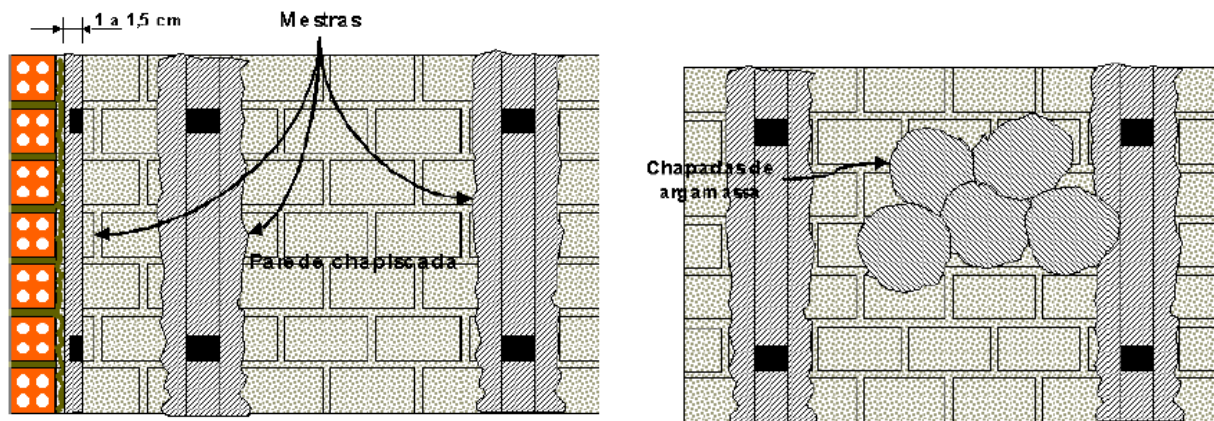


Figura 6 – Execução de mestras e espalhamento de argamassas

Fonte: Notas de aulas por professora Tereza Denyse P. de Araújo, Revestimento de parede, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, pág. 5-30

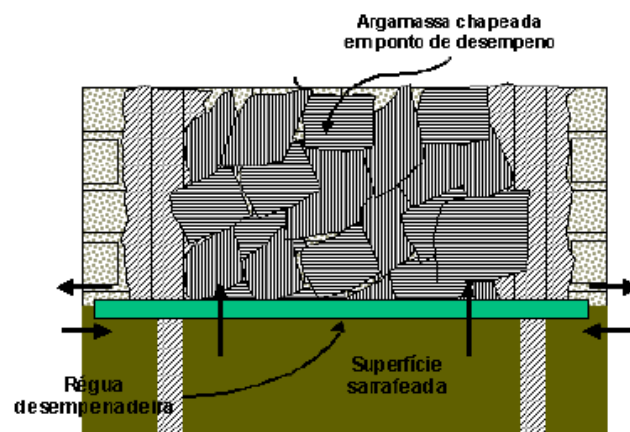


Figura 7 – Sarrafeamento ou desempeno com régua

Fonte: Notas de aulas por professora Tereza Denyse P. de Araújo, Revestimento de parede, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, pág. 6-30

- ✓ Reboco é a camada de acabamento de revestimento com espessura em torno de 5mm. Pode ser classificado em dois grupos distintos: reboco para acabamento de pintura e reboco para acabamento sem pintura. Mas nesse trabalho não se vai falar de desses tipos de rebocos.

O revestimento não argamassado consiste na aplicação de outros elementos, naturais ou artificiais, que não seja a própria argamassa, assentados sobre o emboço de regularização e com argamassa colante ou estruturas especiais de fixação. O assentamento destes elementos são feitos segundo as características das mesmas, de entre os quais o mais utilizado em Cabo Verde são revestimentos com materiais cerâmicos, pedras naturais e madeiras (em estúdios, anfiteatros, auditórios para efeitos de absorção sonora).

Um dos revestimentos não argamassados mais usado nas edificações em Cabo Verde é o com elementos cerâmicos (azulejos), sendo aplicados nas cozinhas e WC's. O assentamento de azulejos deve ser executado por especialistas, porque se tratando de um material de acabamento uma das características após a execução é a estética, e, por outro lado, a aplicação desses tipos de materiais varia com características dos mesmos.

Portanto na sua execução há que se:

- Utilizar as ferramentas adequadas ao serviço;
- A parede deve estar isenta de tintas, partículas solta, pó, gorduras e outros elementos que possam prejudicar a aderência das placas, ou seja o suporte deve estar limpo e seco;
- O suporte deve ser regularizado pelo menos 48 horas antes da colagem;
- Marcar pontos de referência e pontos auxiliares em nível, em cada parede, a uma altura cómoda para o trabalho, para o alinhamento das peças (fiada mestra), ver figura 8;
- Efectuar a montagem em bancada das peças, determinando sobre uma peça de madeira ou alumínio, a “ galga”, incluindo os espaçadores ou “cruzetas” que definem a dimensão das juntas;
- Instalar uma régua de alumínio com o auxílio da galga, logo acima do piso, para o assentamento da primeira linha de placas cerâmicas inferiores, aplicando-se duas peças

nos cantos superiores para verificação ou correção do prumo, com as peças já aplicadas nos cantos inferiores;

- Estender a cola (normalmente cimento-cola) sobre o suporte e pentear, para regularizar a espessura da cola, e em caso de peças de grande formato proceder a colagem dupla;

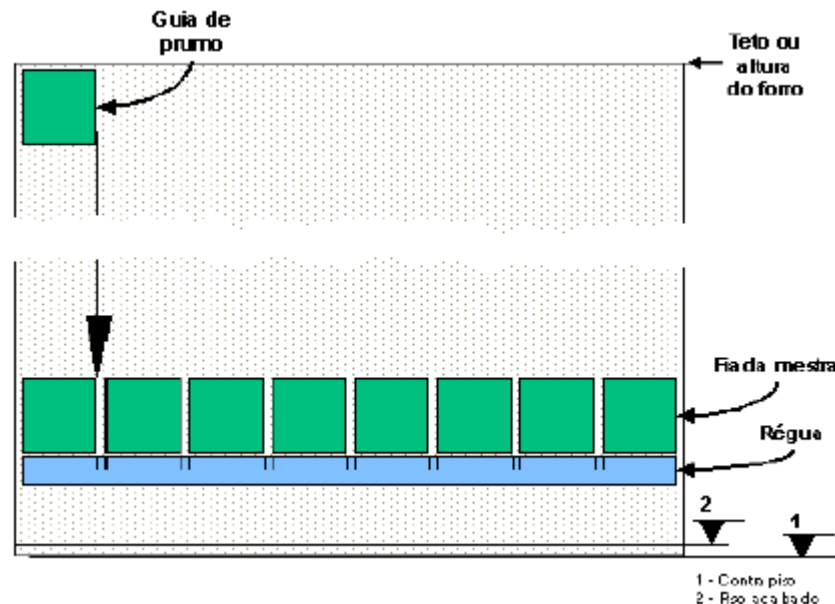


Figura 8 – Colocação da fiada mestra e guia de prumos

Fonte: Notas de aulas por professora Tereza Denyse P. de Araújo, Revestimento de parede, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, pág. 15-

30

- No assentamento deve ser observada a execução de juntas entre as peças, para impedir a propagação de tensões entre as peças e favorecem os ajustes no perfeito alinhamento que compensem eventuais diferenças de dimensões entre as mesmas; no que toca as juntas existem quatro tipos de juntas: estrutural, de movimentação, de assentamento e de dessolidarização.

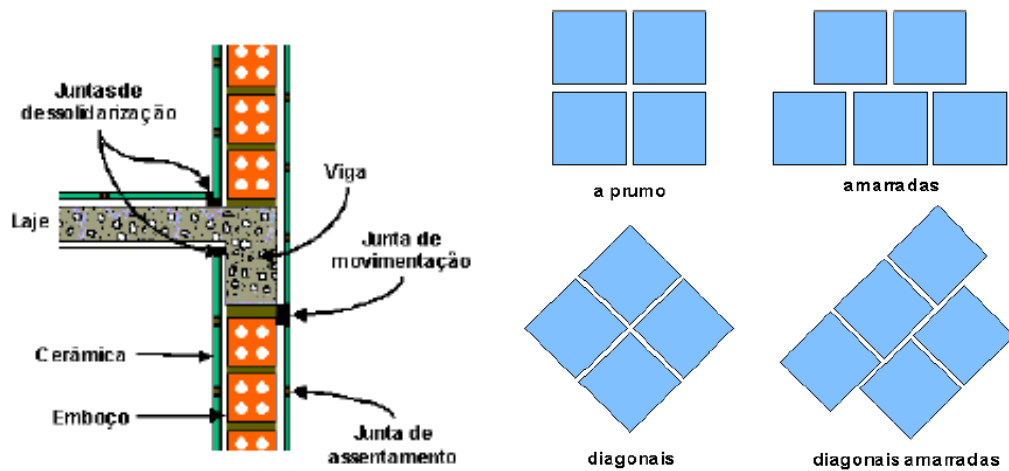


Figura 9 – Juntas de dessolidarização, assentamento e de movimentação

Fonte: Notas de aulas por professora Tereza Denyse P. de Araújo, Revestimento de parede, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, pág. 17 e 18-30

NOTA: é indispensável deixar juntas entre as peças cerâmicas, para dissipar as tensões que nelas se instalam e absorver as irregularidades.

O revestimento da parede recorrendo às pedras naturais é aplicado geralmente em fachadas e recorre-se frequentemente as pedras tais como arenito, granito, pedra mineira e ardósia. A sua aplicação obedece a certos princípios.

O assentamento de pedras naturais, com argamassa, deve ser feito sobre superfícies chapiscadas e procedendo-se também, antecipadamente, ao chapisco da contra-face para aumentar a aderência das peças.

Na sua aplicação, deve-se observar cuidadosamente o levantamento das medidas da área de revestimento, que gerará o detalhamento de painéis e/ou placas o mais uniformes possíveis, respeitando as disposições das manchas e veios das placas obtidas dos desdobramentos dos blocos das rochas. Este procedimento resultará em um projecto de montagem, onde as placas receberão uma numeração sequencial para facilitar o seu assentamento.

Para o assentamento das placas com argamassa mista de cimento, é necessário considerar o tipo da superfície, se de blocos de betão ou de betão, e que deverão ser

chapiscadas. As placas destinadas a revestirem superfícies de betão, deverão ter na contra face, grapas de ferro chumbadas; nas que serão aplicadas sobre blocos são dispensáveis, não havendo também necessidade de argamassa de regularização das superfícies. Em ambas as situações, a contra face das placas devem ser chapiscadas.

Revestimentos de tectos – consiste na aplicação de materiais que servem de forro a laje de um compartimento. Actualmente em Cabo Verde recorre-se a escolha da cofragem que confere a face inferior da laje de betão armado um acabamento liso, dispensando assim revestimento do tecto. No entanto na ausência dessa característica após descofragem da laje é frequente recorrer-se ao revestimento com argamassa do tecto e/ou ao uso do tecto falso.

O revestimento com argamassa obedece aos mesmos princípios que o revestimento com argamassa das paredes.

O revestimento do tecto recorrendo a tectos falsos por se tratar de um tema vasto optou-se por não se entrar em detalhes neste trabalho.

2.2.8 Coberturas

As coberturas são elementos resistentes horizontais ou inclinados, de forma variado e geralmente pré-fabricados e podem estar apoiados directamente em pilares ou vigas de coroamento.

As principais exigências funcionais das coberturas de edifícios são basicamente o conforto térmico e a estanquidade. Normalmente são recorridos aos materiais de isolamento térmico e aos de impermeabilização para conferir às coberturas tais qualidades.

As coberturas dos edifícios podem ser classificados da seguinte forma:

- Quanto à sua forma
 - ✓ Plana – pendente $i \leq 5^\circ$
 - ✓ Inclinada – cujas pendentes vão de 1 até 4 águas
 - Pendente média $5^\circ \leq i \leq 40^\circ$
 - Pendente forte $i \geq 40^\circ$
- Quanto à sua estrutura
 - ✓ Tradicional aligeirada - sistema muito utilizado na construção tradicional de paredes de alvenaria resistente.

- ✓ Lajes maciças ou aligeiradas conforme o estudado no sub-capítulo 2.2.4
- Quanto à sua função
 - ✓ Puramente arquitectónica (estética)
 - ✓ Essencialmente prática
 - Terraço visitável
 - Terraço não visitável
 - Terraço ajardinado
 - Escoamento de águas pluviais e neve
 - De um modo geral resistente às intempéries
- Quanto aos materiais utilizados
 - ✓ Essencialmente de madeira, aço e/ou o betão armado
- Quanto aos revestimentos utilizados
 - ✓ Geralmente os revestimentos são descontínuos por serem elementos de dimensão standard são lhes exigindo resistência ao choque, leveza, impermeabilidade, isolamento, fácil manuseamento, durabilidade e estética. Por exemplo: telhas de canudo, marselha, aba e canudo, fibrocimento, etc.

Uma das exigências funcionais das coberturas é impermeabilidade, no entanto uma cobertura não basta só ser impermeável, mas também ela deve ser drenada. Essa drenagem é feita por intermédio das pedentes da cobertura.

Na base das coberturas inclinadas deve-se colocar algerozes (caleira a vista) para recolherem as águas e encaminha-las para os tubos de queda.

No caso das coberturas planas deve-se recorrer a execução da camada de forma com pendentes por forma a permitir o encaminhamento das águas para uma ou mais caleiras localizadas nas periferias da cobertura.

Os materiais mais usados para fazer a impermeabilização de coberturas são as emulsões betuminosas, as telas asfálticas e as membranas de PVC, sendo a sua aplicação de acordo com cada material.

Quando se recorre aos materiais de impermeabilização deve-se ter em atenção os rodapés, os ralos e os pontos emergentes. Nas zonas de rodapé a impermeabilização deve subir a parede ou muro pelo menos 20 a 30 cm e nas zonas de ralos e pontos emergentes, estes

devem ser perfeitamente isolados, por se tratarem de zonas sensíveis a erros de impermeabilização.

Antes de se aplicar o material de impermeabilização adoptado, deve-se proceder a limpeza de todos materiais existentes na superfície da cobertura, removendo os excessos de betão e partes soltas e, em seguida proceder a regularização da superfície, quando é necessário.

Ainda deve-se ter em atenção as juntas, principalmente no caso de telas asfálticas, por forma a se proceder ao seu remate completo.

Quando uma solução de cobertura por se só não possui a qualidade de isolamento térmico, normalmente recorre-se a aplicação de materiais com a capacidade de isolamento térmico para lhe conferir essa qualidade. Normalmente, para as coberturas recorre-se as placas de poliestireno extrudido, XPS, para o isolamento térmico da cobertura.

Nas coberturas planas o isolamento térmico deve ser aplicado por cima da impermeabilização sem qualquer tipo de fixação, e sobre o isolamento térmico um feltro separador ou geotextil e uma camada de protecção (gravilha ou pavimento).

Nas coberturas inclinadas, no caso de laje em betão, este não deve apresentar irregularidades que impeçam a boa aplicação das placas de isolamento térmico e antes da sua aplicação dever executado um dente de apoio e travamento nas zonas de beirado e nas periferias da cobertura. No caso da estrutura da cobertura ser descontínua (madeira, perfis metálico, etc.) as placas podem ser aplicados por cima da estrutura ou por baixo (usado como tecto falso), em ambas as situações deve ser fixado ou por pregos, parafusos, contraripados ou por grampos, consoante o material da cobertura descontínua.

O recorte dos cantos das telhas deve ser executado antes do içamento, de acordo com o sentido de motagem e os recobrimentos a serem adoptados.

Em função das folgas naturais de montagem, e para permitir a livre dilatação e contração, provocadas pela variação de temperatura e humidade, a furação das telhas deve ser feita com diâmetro de 2 mm maior que o do parafuso ou pino.

2.2.9 Pintura

Geralmente os revestimentos não argamassados necessitam de uma camada de acabamento que normalmente é a pintura.

A pintura tem essencialmente a função decorativa, impermeabilizante, de limpeza, de sanidade, de iluminação, de visibilidade e protecção anti-corrosão.

Este sub capítulo vai dar a conhecer os princípios básicos de uma boa pintura, importa salientar que se vai tratar de pintura para as diversas superfícies – madeira, reboco ou betão e metal.

Para qualquer das superfícies acima referidas deve-se sempre preparar as superfícies a serem pintadas. Agora, em casos de superfícies metálicas os trabalhos de preparação torna-se ainda mais importante, já que se trata de uma superfície quase sempre com início de corrosão o que dificulta a aderência da pintura à superfície.

Para a preparação de superfícies metálicas geralmente recorre-se a métodos mecânicos:

- ✓ Limpeza com ferramentas manuais – escovas metálicas, lixa para a remoção de ferrugem, raspadeiras, etc;
- ✓ Limpeza com ferramentas mecânicas – escovas rotativas, discos abrasivos rotativos;
- ✓ Limpeza com jacto de água sob pressão – este tipo de preparação da superfície apresenta como inconveniência o facto da superfície ficar húmida e não consegue remover contaminantes como a tinta;
- ✓ Decapagem com jacto abrasivo – remove os contaminantes e torna a superfície mais rugosa. É a melhor limpeza que se consegue com meios mecânicos.

Para a maior parte dos sistemas de pintura aconselha-se uma rugosidade de 40 a 50 microns.

Na preparação da superfície de betão e rebocos de argamassa de cimento deve-se ter o cuidado de garantir que estes estejam secas, isentas de óleos, gorduras e tintas velhas não aderentes e outros contaminantes.

Na preparação das superfícies de madeira, estas devem estar isentas de poeiras ou gorduras e lixadas na direcção das fibras. Os orifícios e fendas devem ser reparadas com betume e os nós devem ser limpos de resina com escovas e tratados com verniz isolador.

Em caso de beneficiação de madeiras velhas (já usada), aconselha-se o uso de pistola de ar quente para a remoção das tintas velhas, ou se a farinhação for muito intensa.

NOTA: a preparação superfície acima mencionada se aplica a caixilharias, paredes, tectos, varandas, corrimãos e outras serralharias e carpintarias.

Um revestimento por pintura deve preencher os seguintes requisitos:

- ✓ Facilidade de aplicação;
- ✓ Fraca toxicidade;
- ✓ Secagem rápida;
- ✓ Aspecto decorativo agradável;
- ✓ Boa resistência a lavagem;
- ✓ Boa aderência à base;
- ✓ Resistência a condições atmosféricas;
- ✓ Boa resistência ao choque;
- ✓ Tem de permitir a respiração da parede;
- ✓ Estabilidade da cor;
- ✓ Fornecer uma protecção duradoura ao substrato;

A pintura é uma fase da obra que exige cuidados especiais porque aplicação de tintas, quando este não é feita respeitando um esquema adequado, para além dos aspecto estético ficarem comprometidos, pode, ainda, revelar as imperfeições da superfície, as reparações de que a superfície foi alvo também não escondido com a pintura. Portanto uma pintura deve seguir o seguinte esquema:

- ✓ Independentemente da superfície, esta deve ser sempre preparado.
- ✓ Com vista a aumentar a aderência da película de tinta ao suporte deve-se aplicar um **pré-primário**.
- ✓ No caso de superfície metálicos que tenham de esperar algum tempo para receber a pintura deve-se aplicar um **primário de espera**.

- ✓ Quando se trata de superfície em madeira, nas zonas dos nós tendem a aparecer manchas de resina que migram através da tinta. Para que tal não aconteça deve-se aplicar **vernizes isoladores de nós**.
- ✓ **Primários** – tintas que devem possuir boa aderência à superfície à proteger e originar boa aderência às tintas subsequentes, capacidade de impedir o desenvolvimento de corrosão e resistência química à intempérie para proteger a superfície antes de aplicada as restantes demãos. O primário deve ser aplicado para superfície em reboco de argamassa, metal e madeira.
- ✓ Para se ter uma espessura total adequada, boa ligação entre o primário e tinta de acabamento e uma eficiente protecção contra produto corrosivo, deve-se aplicar uma película tinta designada de **sub-capas**.
- ✓ Acontece muitas vezes, no caso da madeira, em que a superfície não é regular, e por isso, para torna-la regular pode-se aplicar uma tinta espessa denominada de **betume**.
- ✓ Após passar por todas essas fases, aplica-se a tinta de acabamento, que vai conferir a superfície a ser pintada a cor final, brilho e outras características especiais.

Independentemente da superfície a ser pintada, é conveniente que se aguarde o tempo mínimo para aplicar as demãos subsequentes. O tempo mínimo vem descrito na embalagem ou Boletim Técnico da tinta.

Normalmente é aplicado duas a três demãos numa pintura. Antes de se iniciar uma pintura deve-se forrar ou isolar janelas, vidros, pisos, portas e afins, em caso de respingo limpar imediatamente a superfície utilizando uma esponja ou pano humedecido com o próprio solvente ou diluente do produto.

2.2.10 Redes de água e esgotos

Actualmente a distribuição de água e o escoamento de águas residuais tornou-se uma exigência quase generalizada, porque com o desenvolvimento quase todos passaram a ter possibilidades de ter água em casa e drenar os seus resíduos domésticos.

Os materiais utilizados para a sua execução actualmente são de vários tipos que de entre as quais se destacam o PVC (policloreto de vinil), polietileno, polipropileno, ferro fundido, ferro galvanizado, ferro preto e aço inoxidável, sendo estes últimos quatro materiais ferrosos, actualmente, pouco utilizado nas distribuições prediais.

É na execução de redes prediais, quer de abastecimento de água quer na de drenagem de águas residuais, que estão assentes as principais causas de patologias que aparecem em edifícios. A perda de água nas condutas tem tido consequências que de entre as quais se destacam a corrosão das armaduras dos elementos estruturais, os danos aos revestimentos (cerâmicos, pinturas, etc.).

Este sub capítulo vai dar a conhecer os princípios básicos de execução de redes prediais.

Importa salientar que esses princípios são características e exigências estabelecidas pelo Regulamento Geral de Sistemas Pública e Predial de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, TÍTULO III, IV e V.

Rede de abastecimento de água – as canalizações de águas não devem ser instalados sob os elementos de fundação, embutidas nos elementos estruturais por dois motivos, primeiro porque os elementos estruturais não são totalmente estáticas e os movimentos da estrutura podem danificar as condutas, e segundo, em caso da conduta sofrer danos torna-se difícil a sua reparação e tratando-se de elementos estruturais em betão armado pode ter consequências graves para o edifício. Não devem ser instalados em espaços de chaminés ou sistemas de canalização.

No entanto são aceitáveis travessias não rígidas (envolvimento, em meio elástico, das canalizações) de elementos estruturais e, em pavimentos, instalação em caleiras (ventiladas e drenadas).

Deve assegurar-se a conveniente protecção dos componentes dos sistemas (rede predial) contra as acções mecânicas, sempre que necessário.

A rede de água fria deve estar sob a rede de água quente com uma distância mínima de 5 cm, de forma a minorar os fenómenos de condensação.

A rede de distribuição de água não deve conter várias singularidades (curvos, uniões, tês, etc.) pois provocam perdas de cargas no fluxo de água o que terão consequências tais

como: diminuição de pressão a saída nos dispositivos, maior possibilidade de ruptura das condutas e o recurso a bombagem para vencer a baixa de pressão, ou seja, os percursos devem ser, tanto quanto possível, simples, efectuando-se mudanças suaves de diâmetro e direcção (por exemplo curvas – curvas de 45°, em vez de joelhos - curvos de 90°)

As canalizações devem ser dispostas rectilineamente, com inclinação (no sentido do fluxo) ainda que fraca de forma a facilitar por um lado o arrastamento do ar e por outro lado a acumulação de impurezas em pontos baixos, servidos por torneiras de purga (torneira de esvaziamento da conduta).

Os contadores poderão instalar-se junto da entrada de cada utente ou em conjunto, em andar baixo, neste caso tornando-se necessário instalar uma coluna por utente.

Deve ser vedada a interligação de canalização potável/não potável e sinaliza-la.

As redes de água quente devem ser convenientemente vedadas de modo a garantir a temperatura mínima de 38°C. Para evitar sobreaquecimento localizado é recomendado o estabelecimento de canais de retorno, sendo este da responsabilidade do projectista.

A redes de abastecimento de água quando enterradas deverão ter uma cota superior ao esgoto de pelo menos 1 m.

Rede de águas residuais e águas pluviais – o objectivo dos sistemas de águas residuais é arrastamento das descargas das peças sanitárias de forma rápida, eficaz e silencioso, sem o risco de prejudicar a saúde dos ocupantes.

Os sistemas de drenagem de águas residuais devem ser separadas dos de drenagem de águas pluviais a montante das câmaras de ramal de ligação.

Os sistemas de drenagem de águas residuais devem estar munidos de ventilação primária obtida pelo prolongamento de tubos de queda até a sua abertura na atmosfera, ou de instalação de colunas de ventilação nos extremos de montante dos colectores prediais. Qualquer sistema de ventilação do edifício deverá ser separada da rede de ventilação dos esgotos domésticos.

Todas as águas residuais devem ser escoadas por meio de gravidade quando são recolhidas acima ou ao nível do arruamento, para situações abaixo de nível de arruamento (caves) devem ser elevadas pelo menos até o nível do arruamento, evitando possíveis alagamentos.

Um ramal de descarga deve possuir uma inclinação mínima de 10 mm/m, diâmetro mínimo de 50 mm e a ligação de vários aparelhos ao mesmo ramal deve ser feito por forquilhas ou caixas de reunião. A ligação do ramal ao tubo de queda deve ser feito por meio de forquilhas não por meio de tês como se faz normalmente nas obras.

As bocas de limpeza são obrigatórias nas mudanças de direcção e próximos de curvas de concordância e nas vizinhanças da mais alta inserção de ramais de descarga e devem ser colocadas no mínimo de três em três pisos e na parte inferior junto ao colector predial, caso não houver câmaras de inspecção.

A inclinação do colector predial deve possuir uma inclinação entre 10 a 40 mm/m e um diâmetro mínimo de 100 mm. Quando enterrados deverão existir câmaras de inspecção no seu início, em mudanças de direcção e diâmetro e nas confluências, e essas podem ser substituídos por bocas de limpeza com uma distância máxima de 15 m entre si.

A rede de drenagem de água residual deve ser testado antes de se proceder ao fechamento dos roços e das valas. Para se fazer o teste da rede, é comumente recorrido ao ensaio de estanquidade com ar, fumo ou água, sendo mais frequente usar água.

As redes de drenagem de águas pluviais para além de drenar as águas da chuva pode servir para drenarem as águas das regas de jardins, espaços verdes e parques de estacionamento, de uma maneira geral as águas recolhidas pelas sarjetas e/ou sumidouro. Ainda podem servir para drenagem dos circuitos de refrigeração e instalações de aquecimento, piscinas e depósitos de armazenamento de água e drenagem do subsolo.

A ligação da rede predial de drenagem de águas pluviais à rede publica poder ser feito directamente ou por meio de valetas ou de arruamentos.

Quer para redes de abastecimentos de água, quer nas de drenagens de águas residuais e pluviais, é importante que, antes de se fazer a união definitiva dos tubos, comprovemos unindo os elementos da instalação, se está ou não como desejado.

O corte de tubagens deve ser o mais recto possível, e recomenda-se o uso de serrote adequado.

Deve-se limpar e eliminar todos os restos que resulta do corte e biselado, recorrendo à produtos próprios para esse fim.

Para se ter uma instalação perfeita deve-se marcar a posição dos tubos e outros elementos, e determinar as medidas das peças. É importante que não se gire as peças durante a colagem de modo a conseguir uma maior estanquidade.

Todos os elementos a unir devem possuir uma junta de borracha, afim de garantir a posterior estanquidade.

No caso da tubagem ser de POLIETILENO RETICULADO (PEX) a armazenagem de tubos e a sua instalação deve ser feito de forma a que este não fique exposto aos raios de sol directos a longo prazo, isto porque o polietileno após a reticulação transforma-se num material fusível – termoplástico – não fusível que amolece sob temperaturas elevadas. Os rolos de tubos só se podem armazenar na posição horizontal, numa camada de não mais que 8 rolos por causa do perigo de deformação da forma.

NOTA: aplicação cada tipo de material deve ser feito de acordo com tipo de material e deve ser instalado por especialistas.

2.3 Considerações finais

Vou começar por tecer considerações sobre trabalho manográfico em si e depois tecer considerações finais sobre tema que se acabou de trabalhar.

Este trabalho foi fruto de uma pesquisa bibliográfica muito árdua, na medida em que a bibliografia para esse tipo de tema é um pouco escassa, mas é um trabalho que consegue reunir, em quantidade considerável, quase todos os princípios construtivos para um edifício em betão armado.

Penso que com a leitura deste trabalho manográfico se adquire o essencial para executar qualquer tipo de projecto de edifício em betão armado.

Em termos do tema trabalhado posso dizer que é tema interessante que pode ser aprofundado ainda mais, num outro trabalho, pois este tema “Princípios Construtivos para Edifícios” é muito vasto e varia de acordo com o tipo de estrutura de edifício escolhido, ou seja varia de acordo com o edifício seja em betão armado, em estrutura metálica ou mista.

O conhecimento de princípios construtivos é muito importante na medida em que o saber fazer, com a concorrência do mercado, a exigência de qualidade, é fundamental e torna-se numa mais valia e numa vantagem. Pois não importa só executar um projecto, o importante é executa-lo com qualidade e segurança.

3 Conclusão

Este capítulo não vai ser como o nome indica mas sim vai ser um ressaltado dos princípios que considere ser mais importante o seu conhecimento, porque esse trabalho teve como objectivo principal compilar ao máximo os princípios construtivos para um edifício em betão armado.

Os ensaios quer laboratoriais quer os que são feitos “in situ” são necessários e importantes pois permite o controlo da qualidade dos materiais e actividades executadas. O estudo geotécnico é um conjunto de ensaios que, na minha opinião, deve acompanhar a fase dos cálculos do projecto e deste modo evitar possíveis constrangimentos aquando da execução do mesmo.

O conhecimento do índice de expansibilidade do solo é importante e necessário pois ajuda a prevenir futuras fissuras que são susceptíveis de aparecer nos edifícios quando o solo entra em contacto com a água.

O ensaio de compressão de cubos de betão, e estanquidade deve acompanhar a fase de execução do projecto porque, tratam-se de ensaios que permitem um controlo óptimo do material usado na betonagem, como é o caso do ensaio de compressão de cubos de betão que permite garantir o tipo e classe de betão estipulado pelo projecto. O ensaio de estanquidade quase não é feito, mas é um ensaio muito importante e evita, e muito, vários transtornos que são causados pela má execução de redes de água e esgoto.

Quando se faz o movimento de terras, principalmente, quando se faz a escavação, por questão de segurança, só é dispensado o uso da entivação quando o terreno escavado é suficientemente estável e coeso. A rega é indispensável mas não deve ser exagerada porque a rega só serve com lubrificador.

O aterro deve ser feito em camadas de 0.20 m e deste modo permite uma maior compactação e só se deve suspender a compactação quando o dispositivo compactador deixar de produzir o seu efeito.

Nas zonas onde hajam tubagens e cabos eléctricos o aterro deve ser feito com material fino, que normalmente é terra cirandada ou areia.

A fundação directa por ser, normalmente em betão armado, as suas armaduras deve possuir um recobrimento mínimo de 4 cm porque trata-se de um elemento que vai estar sob acções agressivos e quando se usa recobrimento de 5 cm deve-se aplicar uma armadura de pele.

No que toca ao betão em elevação, importa destacar a questão do recobrimento das armaduras, devendo este ser de acordo com o ambiente em que se encontram a estrutura, por questões de segurança, deve-se empregar um recobrimento de no mínimo 1cm, independentemente do ambiente em que se encontra o elemento estrutural.

A cofragem independentemente de ser industrial ou tradicional, deve ser estanque e capaz de resistir as cargas a que são sujeitas. As operações de desmoldagem e descimbramento devem ser conduzidas com os necessários cuidados, de modo a não provocarem esforços prejudiciais, choques ou fortes vibrações na estrutura.

O tempo para a descofragem deve ser de acordo com os vãos quer das lajes quer das vigas e pilares.

O betão deve ser colocado nos moldes com cuidado de modo a evitar a deformação excessiva dos moldes provocado pelo impacto do betão.

Deve-se ter atenção no modo como se faz a vibração bem como a sua duração.

Deve-se evitar sempre que possível as emendas de varões, pois estes fragilizam a estrutura.

As alvenarias pedras tornam-se mais resistentes a compressão quando se recorre a pedras mais nobres mas em contrapartida é pouco resistente a tracção e deve ser o mais vertical possível.

Para aumentar a resistência a tracção de uma alvenaria de pedra deve-se recorrer a ligadores, que normalmente são metálicos.

Em relação ao revestimento, existem dois tipos de revestimentos: os argamassados (reboco) e os não argamassados (elementos cerâmicos, pedras naturais, etc.). Do reboco devem constar três camadas: o chapisco, o emboço e o reboco.

Quando se recorre aos revestimentos não argamassados, deve-se de ter o cuidado de deixar juntas entre os elementos de revestimento de modo a precaver eventuais tensões que possam surgir.

Para uma boa aderência das peças de revestimentos a superfície deve ser alvo de uma preparação prévia.

A cobertura deve ser o mais estanque possível e ter um bom comportamento térmico desde a sua concepção, quando tal não acontece deve-se ter o cuidado na forma como se chega a essas qualidades.

A pintura tem essencialmente a função decorativa, impermeabilizante, de limpeza, de sanidade, de iluminação, de visibilidade e de protecção anti-corrosiva. Deste modo, para uma boa pintura este deve seguir o esquema de pintura descrito no sub capítulo 2.2.6.

É conveniente que se aguarde o tempo mínimo para aplicar as demãos subsequentes, devidamente especificadas na embalagem ou Boletim Técnico da tinta.

As redes de água e esgoto são redes cuja execução deve ser feita por especialistas da área, pois o modo de execução varia com tipo de material, o que implica que alguns princípios sejam de acordo com o tipo material usado nas tubagens. Mas a certos princípios que são gerais, tais como: a tubagem da rede de abastecimento de água deve conter o mínimo de singularidades possíveis porque estes têm influência directa ou indirectamente na pressão de serviço e na necessidade de uso ou não de bombas, e a estanquidade das ligações, etc. Uma coluna de ventilação de esgoto não deve servir para qualquer outra ventilação do edifício.

Em termos do trabalho no seu todo importa dizer que os princípios construtivos estão aí, portanto há que se ter o conhecimento destes para se executar com qualidade.

Bibliografia

- ✓ A. De Sousa Coutinho, Lisboa, 1997, *Fabrico e Propriedades do Betão Volume II*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil.
- ✓ Branco, J. Paz, Junho de 1993. *Infraestruturas, Estruturas, Alvenarias e Cantarias em Edifícios*. Cooptécnica/EPGE.
- ✓ Construção de Edifícios I, Fundações superficiais, Notas de aulas por professora Tereza Denyse P. de Araújo, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil. Disponível em <http://br.geocites.com/terezadenyse/constedif/constedifícios.htm> acedido a 6 de Setembro de 2007.
- ✓ Construção de Edifícios I, Revestimento de parede, Notas de aulas por professora Tereza Denyse P. de Araújo, Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil. Disponível em <http://br.geocites.com/terezadenyse/constedif/constedifícios.htm> acedido a 6 de Setembro de 2007.
- ✓ Dicionário da Engenharia Civil. Disponível em http://www.ecivilnet.com/dicionario/dicionario_engenharia_e.htm acedido a 7 de Dezembro de 2008.
- ✓
- ✓ EPECIFICAÇÃO LNEC, Documentação normativa, E469 – 2006, Espaçadores para armaduras de betão armado.

- ✓ GESTEC – Grupo de Gestão e Tecnologia da Construção, 2003/2004, Processos de Construção, Volume 1, Acetatos das aulas teóricas.
- ✓ <http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/tecnologia26.asp> acessado a 28 de Janeiro de 2008
- ✓ <http://www.cepar.com.br/dicas.asp> acessado a 28 de Janeiro de 2008
- ✓ <http://www.amodelaracabamentos.com.br/dicas02.htm> acessado a 28 de Janeiro de 2008
- ✓ <http://www.revestir.com.br/Pedras/pedras.html> acessado a 28 de Janeiro de 2008
- ✓ Materiais de Construção I, Folhas de apoio às aulas teóricas, Compilação do professor Isolino Varela.
- ✓ Materiais de Construção II, Folhas de apoio às aulas teóricas, Compilação do professor Isolino Varela.
- ✓ Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado, Lisboa 1986, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, E. P.
- ✓ Pisos_y_pavimentos_exteriores. Disponível em http://www.4shared.com/get/58632142/9aa55d2f/Construccion_Edificios_capitulo_1_pisos_y_pavimentos_exteriores.html acessado a 7 de Dezembro de 2008.
- ✓ www.ecivil.com/apostilas/apostilas_construção_de_edificios.htm acessado a 6 de Setembro de 2007.